

**DEMANDE
DE CERTIFICAT D'ADDITION**

A2

(21)

N° 78 25358

Se référant : au brevet d'invention n. 77.15007 du 11 mai 1977.

(54)

Procédé et dispositif de torréfaction d'un produit agroalimentaire.

(51)

Classification internationale. (Int. Cl 3) A 23 N 12/12, 5/04.

(22)

Date de dépôt 30 août 1978, à 10 h 30 mn.

(33) (32) (31)

Priorité revendiquée :

(41)

Date de la mise à la disposition du
public de la demande

B.O.P.I. — «Listes» n. 13 du 28-3-1980.

(71)

Déposant : **AGENCE NATIONALE DE VALORISATION DE LA RECHERCHE (A.N.V.A.R.).**
Etablissement public de droit français, résidant en France.

(72)

Invention de : **Gilbert Rios, Henri Gibert, Jean Crouzet et Jean-Claude Vincent.**

(73)

Titulaire : *Idem* (71)

(74)

Mandataire : **Cabinet Barre-Gatti-Laforge, 77, allée de Brienne, 31069 Toulouse Cedex.**

Certificat(s) d'addition antérieur(s) :

L'invention concerne un procédé et un dispositif de torréfaction d'un produit agro-alimentaire se présentant sous forme de grains, en particulier café, cacao ou analogue.

On sait que la torréfaction d'un produit agro-alimentaire a pour but, soit de détruire certains principes nuisibles du produit; soit de provoquer la formation de principes aromatiques, avec dessiccation du produit.

Les procédés traditionnels de torréfaction consistent soit à attaquer directement par la flamme les grains ou une enceinte métallique qui les contient, soit à envoyer dans cette enceinte un courant de gaz préalablement porté à température élevée ; dans les deux cas, les grains sont brassés mécaniquement pour améliorer l'uniformité du traitement ou pour favoriser le contact entre phases. Toutefois, dans le procédé à attaque directe par la flamme, le traitement des grains n'est pas homogène ; pour le café par exemple, des huiles aromatiques calcinées apparaissent à la surface des grains et nuisent à leur conservation ; la structure du grain est rendue très fragile et de nombreuses brisures sont produites durant le traitement. On constate en outre la desquamation de certains grains entrés en contact trop rapidement avec la paroi surchauffée de l'enceinte. Dans l'autre procédé évoqué ci-dessus, le rendement thermique est très médiocre car l'échange entre le gaz et les grains n'est pas bon et ce type de traitement conduit à une consommation énergétique importante.

Pour tenter d'améliorer les échanges thermiques entre le gaz et les grains dans ce dernier procédé, une méthode récente consiste à mettre en suspension ou "fluidiser" les grains dans le courant de gaz chaud ; cette technique permet d'assurer une excellente irrigation de la couche fluidisée par le gaz chaud et d'obtenir un brassage intense des grains sans nécessiter une agitation mécanique. Toutefois, pour être fluidisés, des grains de dimensions notables, par exemple des grains de café dont les dimensions sont de l'ordre de 5 à 8 millimètres, exigent que le gaz circule à des vitesses élevées (supérieures à la vitesse minimale de fluidisation qui est de l'ordre de 1,2 m/s pour des grains de café vert) ; cette exigence entraîne plusieurs inconvénients graves. En premier lieu les débits de passage importants conduisent à prévoir des installations accessoires de mise en circulation du gaz, onéreuses et encombrantes. En outre, la sec-

tion de l'enceinte dans laquelle s'effectue la torréfaction doit demeurer relativement réduite sous peine d'exiger des débits de gaz excessifs, incompatibles avec les possibilités de réalisation pratique ; en conséquence les rendements horaires de produits
5 traités par étage de fluidisation sont faibles. Enfin, le contrôle correct du temps de torréfaction impose un déroulement discontinu du traitement, charge par charge. Ce fonctionnement discontinu rend le procédé difficile à automatiser et accroît le personnel nécessaire ; il entraîne également des pertes thermiques
10 pendant les phases de mise en régime.

Par ailleurs, quelle que soit la qualité du contact entre la phase gazeuse et la phase solide, le coefficient de transfert thermique entre un gaz et un solide présente toujours une valeur modérée qui limite les possibilités d'échanges entre
15 les deux phases et ne permet pas d'utiliser de façon très satisfaisante le potentiel thermique du gaz.

La présente invention se propose de pallier les inconvénients ci-dessus évoqués, en indiquant un nouveau procédé de torréfaction apte à permettre d'une torréfaction uniforme des grains dans de remarquables conditions d'économie, notamment sur le plan énergétique.
20

Un objectif de l'invention est en particulier de permettre une mise en oeuvre continue du traitement de torréfaction.

25 Un autre objectif est de réduire le coût et l'encombrement des installations nécessaires.

Le procédé conforme à l'invention s'applique dans le cas où les grains du produit agro-alimentaire sont de nature à subir un gonflement et une perte de poids au cours d'un
30 traitement thermique ; ce cas se rencontre le plus fréquemment pour les produits agro-alimentaires qui sont à torréfier : café, cacao, pépins de raisin...

Le procédé conforme à l'invention consiste :
. à mettre en suspension dans une enceinte un corps
35 auxiliaire chimiquement inerte se présentant sous forme de fines particules solides, au moyen d'un courant de gaz porteur ayant une vitesse de passage supérieure à la vitesse minimale de fluidisation desdites particules, de façon à former une mince couche fluidisée dont l'épaisseur est au plus égale à approximativement
40 30 fois la granulométrie moyenne des grains du produit à traiter

et dont la masse volumique moyenne apparente soit approximativement comprise entre 1,2 et 4 fois la masse volumique initiale de grain dudit produit à traiter,

5 . à porter ladite couche fluidisée à une température propre à assurer une torréfaction du produit à traiter,

10 . à introduire les grains du produit à traiter dans ladite couche fluidisée pour mettre chaque grain en suspension dans cette couche et lui apporter la quantité de chaleur nécessaire à sa torréfaction par le biais des chocs multiples des fines particules sur le grain,

. et à prélever les grains traités par débordement au niveau de la surface supérieure de la couche fluidisée.

L'apport thermique nécessaire peut être réalisé par un apport direct au coeur de la couche fluidisée ou à la 15 périphérie de celle-ci ; il peut également être réalisé par un chauffage du courant de gaz porteur à son entrée dans l'enceinte. De préférence, le gaz porteur est recyclé, au moins en partie, après passage dans l'enceinte.

La capacité calorifique et l'inertie thermique 20 de la couche fluidisée sont très supérieures à celles d'un gaz, ce qui permet d'obtenir au sein de la couche fluidisée une température uniforme favorisant l'uniformité de la torréfaction.

De plus, les particules du corps auxiliaire utilisé ont une très faible granulométrie, de sorte que leur mise 25 en fluidisation ne requiert que des vitesses de gaz réduites.

Leur granulométrie est inférieure à celle du corps à traiter et, dans la pratique, est choisie aussi faible que possible et au plus égale à environ 1/5ème de la granulométrie du corps à traiter ; ainsi chaque grain peut être assimilé 30 à une paroi à l'égard des particules et l'échange qui se produit par effets des chocs des fines particules sur chaque grain est un échange couche fluide/paroi dont on sait que le coefficient de transfert est élevé en comparaison d'un échange gaz/solide. Par exemple pour des grains de café ou des grains de cacao, le coefficient de transfert de chaleur par convection entre de l'air et 35 les grains présente une valeur maximale de l'ordre de 50 à 60 kilocalories par heure, par m² et par degré celsius ; ce coefficient est environ 5 fois plus important pour un échange thermique entre grains et couche hétérogène de fines particules solides.

40 Dans le procédé de l'invention, les fines

particules du corps auxiliaire remplissent donc une double fonction : assurer sur le plan mécanique la suspension des grains du produit à torréfier dans le courant gazeux sans qu'il soit nécessaire d'utiliser des vitesses de gaz élevées et réaliser un traitement uniforme et efficace au niveau de chaque grain, par le biais des multiples chocs naturels des fines particules de la couche fluidisée.

La couche fluidisée de corps auxiliaire formée assure un mélange intime des fines particules et des grains à traiter en début et au cours de la torréfaction, très propice au transfert de chaleur des particules vers les grains ; après gonflement des grains et perte de poids, elle engendre une flottation de ceux-ci en surface sans mélange et permet le prélèvement par débordement ou surverse.

Dans ces conditions, le procédé conforme à l'invention peut avantageusement être mis en oeuvre en continu dans une enceinte de forme allongée ; dans ce cas, le produit à torréfier est déversé en continu dans l'enceinte à un débit déterminé, entraîné en continu à l'intérieur de l'enceinte depuis la zone d'alimentation vers une zone de prélèvement, et prélevé en continu dans cette dernière zone par débordement.

S'il y a lieu, le produit à traiter est soumis, après traitement, à une opération de séparation, tendant à séparer les quelques particules du corps auxiliaire susceptibles d'être entraînées avec les grains du produit traité.

Par ailleurs, on sait que la torréfaction d'un produit agro-alimentaire est généralement suivie par une opération de refroidissement brusque ou "trempe" des grains ; cette opération peut être couplée avec l'opération de séparation ci-dessus évoquée. Selon un premier mode de mise en oeuvre, les produits sont amenés à leur sortie de l'enceinte à circuler sur un crible possédant une maille de dimension intermédiaire entre celle des fines particules et celle des grains du produit, ce crible étant mis en vibration et traversé dans le sens ascendant par un courant de gaz froid. Selon un autre mode de mise en oeuvre, à leur sortie de l'enceinte, les produits sont mis en fluidisation dans un courant de gaz froid de façon à décoller par l'effet des chocs les fines particules des grains et à provoquer un entraînement pneumatique de celles-ci ; cette mise en fluidisation peut être réalisée conformément à la technique décrite

dans la demande de brevet français n° 76.34846 déposée le 17 novembre 1976 et publiée sous le n°

Le gaz porteur utilisé est en général de l'air ; dans certaines torréfactions, il est intéressant d'utiliser un gaz inerte, par exemple de l'azote, en vue d'éviter des phénomènes d'oxydation du produit.

Par ailleurs, l'invention s'étend à un dispositif de torrédaction des grains d'un produit agro-alimentaire, conformément au procédé décrit précédemment. Ce dispositif comprend une enceinte de torrédaction, un conduit d'arrivée de gaz porteur débouchant à la base de l'enceinte, un conduit de départ du gaz en partie haute de celle-ci et un distributeur de fluidisation situé à la base de l'enceinte ; selon la présente invention, le dispositif comprend une couche mince de fines particules d'un corps auxiliaire chimiquement inerte disposée au-dessus du distributeur en vue d'être fluidisée par le gaz porteur et des moyens de chauffage de ladite couche ; pour un fonctionnement en continu, l'enceinte est de forme allongée et le dispositif est complété par des moyens d'alimentation en grains de produit à traiter, adaptés pour déverser dans une zone de l'enceinte un débit déterminé de grains, des moyens de prélèvement des grains, adaptés pour prélever les grains dans une zone opposée, et des moyens d'entraînement des grains adaptés pour engendrer une circulation des grains de la zone d'alimentation vers la zone de prélèvement.

Les moyens d'entraînement des grains peuvent être mécaniques ; ils peuvent également être réalisés par un positionnement approprié du dispositif par rapport à la verticale en vue de provoquer un entraînement par gravité des grains, de la zone d'alimentation vers la zone de prélèvement.

D'autres caractéristiques, buts et avantages de l'invention se dégageront de la description qui suit, en référence aux dessins annexés, qui en présentent à titre d'exemple non limitatif, un mode de réalisation ; sur ces dessins :

- la figure 1 est un schéma d'ensemble d'un dispositif de torrédaction conforme à l'invention,
- la figure 2 en est une coupe partielle par un plan vertical.

Le dispositif de torrédaction représenté à titre d'exemple aux figures comprend une enceinte de traitement

de section rectangulaire allongée, dont la longueur est égale à plusieurs fois la largeur.

A sa base cette enceinte comprend un distributeur de fluidisation 2 qui peut en particulier être du type de celui décrit dans le brevet n° 73.14526 déposé le 20 avril 1973 et publié sous le n°

Au dessus de ce distributeur, est placé un échangeur de chaleur constitué en l'exemple par des éléments de chauffage électrique tels que 3 surmontés par une grille de protection 4 ; les éléments 3 sont reliés à l'extérieur de l'enceinte à une source de tension, par des conducteurs électriques tels que 5.

Au dessus du distributeur, l'enceinte contient un lit de fines particules inertes 6, fluidisées par un courant d'air. Ces particules peuvent par exemple être constituées par des billes de verre de diamètre de l'ordre de 250 microns. La quantité de particules prévue est telle que la couche fluidisée présente une hauteur de l'ordre de quelques centimètres et une masse volumique moyenne apparente de l'ordre de 1,3 gr/cm³ pour la torréfaction du café.

La grille de protection 4 possède des mailles dont la dimension est adaptée pour laisser passer librement les fines particules 6 et interdire le passage des grains du produit à traiter, par exemple grains de café 7.

Ces grains peuvent être introduits en continu dans l'enceinte au moyen d'une trémie 8 possédant deux volets mobiles d'obturation pour constituer un sas d'entrée ; cette trémie débouche d'un côté de l'enceinte à proximité d'une paroi latérale de celle-ci.

Du côté opposé, l'enceinte est pourvue d'un conduit de prélèvement 9 qui affleure la surface supérieure de la couche fluidisée pour recueillir par surverse les grains de café traités. Ce conduit est également pourvu de deux volets mobiles d'obturation formant un sas de sortie.

En outre, l'enceinte 1 est pourvue de moyens d'entraînement des grains, qui les acheminent lentement depuis la zone d'alimentation jusqu'à la zone de prélèvement ; ces moyens sont adaptés pour que le temps de séjour moyen d'un grain dans l'enceinte soit égal au temps de traitement nécessaire.

En l'exemple ces moyens d'entraînement com-

prennent un support sans fin, par exemple un tapis sans fin 10, possédant un brin actif qui s'étend dans l'enceinte au-dessus de la couche fluidisée depuis la zone d'alimentation jusqu'à la zone de prélèvement ; ce tapis sans fin est entraîné par un moteur (non représenté) adapté pour amener le brin actif dudit tapis à circuler de la zone d'alimentation vers la zone de prélèvement. Une pluralité d'organes tels que palettes 11 sont répartis le long du tapis 10 de façon à faire saillie par rapport à celui-ci et à plonger dans la couche fluidisée au niveau du brin actif. Ces palettes ont pour fonction d'entraîner les grains et d'assurer un contrôle précis du temps de séjour des grains dans l'enceinte.

Par ailleurs, l'enceinte 1 est accouplée à sa base à un conduit d'arrivée d'air 12, et, en partie haute, à un conduit de départ 13 qui se prolonge par un conduit de recyclage pourvu d'une soufflante 14 et se referme sur le conduit d'arrivée 12. Un conduit de soutirage 15 muni d'une vanne est associé au conduit de départ 13 pour permettre de prélever une petite partie du gaz recyclé aux fins d'épuration de celui-ci ; en outre, un conduit d'aspiration d'air 16 muni d'une vanne anti-retour autorise une introduction d'air dans le circuit pour compenser les pertes se produisant au niveau du conduit de soutirage 15, de la trémie 8 et du conduit de prélèvement 9.

La puissance de la soufflante 14 est ajustée de sorte que la vitesse de circulation de l'air dans l'enceinte 1 soit supérieure à la vitesse minimale de fluidisation des fines particules du corps auxiliaire. Compte tenu de la faible granulométrie de ces particules, cette vitesse est faible et permet de prévoir une enceinte de section allongée de dimensions notables, tout en préservant des débits gazeux de valeurs réduites et une dépense énergétique limitée pour assurer la circulation de l'air.

En outre, comme on le verra par la description d'un exemple particulier de traitement, la qualité des échanges thermiques entre la couche constituée des fines particules du corps auxiliaire et les grains à torréfier réduit considérablement les temps de séjour nécessaires des grains dans l'enceinte par rapport aux procédés connus et conditionne l'obtention d'un bilan thermique très favorable. Dans ces conditions les pertes sont faibles et l'apport thermique nécessaire à chaque instant

peut être délivré aux particules de la couche fluidisée à partir d'une source d'énergie chère mais propre (telle que éléments chauffants électriques 3), ce qui autorise un recyclage des gaz. Au contraire, dans les procédés connus, les gaz chauffés par un
5 bruleur à combustible liquide (en raison des grandes quantités de chaleur requises) sont souillés par les gaz de combustion et par les résidus de combustibles imbrulés et ne peuvent être recyclés, ce qui pose des problèmes de pollution extérieure.

Notons que la qualité des produits torréfiés
10 est nettement améliorée dans le procédé de l'invention pour plusieurs raisons. Le recyclage du gaz porteur suscite une concentration des arômes, favorable au maintien de ces composés dans les grains. En outre, l'intensité des transferts thermiques et l'excellent contrôle en température de la couche fluidisée auto-
15 risent un traitement uniforme et en profondeur des grains.

Le procédé en continu bénéficie d'une grande souplesse de mise en oeuvre ; il peut être aisément automatisé et permet de jouer dans chaque application sur le temps de torréfaction, sur les débits de gaz et de solide et sur la puissance
20 de chauffe.

Un inconvénient du procédé, largement compensé par les avantages sus-évoqués, réside dans le risque de mélange d'un petit pourcentage de fines particules du corps auxiliaire avec les grains du produit traité suivant les granulométries re-
25 latives choisies et la structure des grains ; une opération de séparation pourra donc suivre le traitement. Cette opération est facilitée par la différence de granulométrie et de densité des produits et peut être couplée avec une opération de "trempe" des grains du produit torréfié. Notons que les fines particules récu-
30 pérées peuvent être réintroduites dans l'enceinte 1, soit avec le produit à traiter, soit par un conduit spécial.

Dans le cas du café, on constate que des particules du produit auxiliaire parviennent à pénétrer dans le sil-
lon médian des grains pendant la torréfaction lorsque leur dia-
35 mètre est trop faible et sont ensuite piégées à l'intérieur lorsque le grain se rétracte au moment du refroidissement. Des essais ont montré que ce pourcentage en poids, nul lorsqu'on opère avec du verre de 1200 microns, est de l'ordre de 0,8 % lorsqu'on utilise des particules de 850 microns environ et de 2 à 3 % avec du
40 verre de 250 microns. Une opération de séparation finale est donc

alors souhaitable. Celle-ci peut être opérée en moulant grossièrement les grains de façon à libérer les fines particules et en effectuant la séparation proprement dite, basée sur les différences de diamètre ou de densité des produits. Cette exigence 5 n'est pas contraignante dans la pratique car le café est dans une proportion importante, livré sur le marché sous forme moulu ou soluble.

A titre d'exemple illustratif, le tableau ci-après fournit les caractéristiques essentielles d'essais de 10 torréfaction réalisés au moyen d'une installation pilote du type de celle précédemment décrite. La hauteur de la couche fluidisée correspond à environ 4,5 fois la granulométrie moyenne des grains et le rapport des masses volumiques de la couche fluidisée et des grains verts (état initial) est égal à environ 1,85 ce qui repré- 15 sente les conditions optimales de mise en oeuvre dans cette application.

5	Caractéristiques de l'enceinte	<ul style="list-style-type: none"> • Longueur : 40 cm • Largeur : 8 cm • Hauteur : 20 cm
10	Caractéristiques de la couche fluidisée	<ul style="list-style-type: none"> • Nature du corps auxiliaire : verre • Diamètre des particules : 250 microns • Masse volumique : 2,61 grs/cm³ • Poids des fines particules contenues dans l'enceinte : 1250 grammes • Hauteur de la couche fluidisée avant introduction du café : 30 mm • Débit d'air : 37 normo-m³/h • Température de la couche fluidisée réglée à 250° C
15		<ul style="list-style-type: none"> • Masse volumique moyenne apparente de la couche : 1,3 gr/cm³
20	Caractéristiques du produit à traiter	<ul style="list-style-type: none"> • Grains de café { <ul style="list-style-type: none"> - Robusta du Cameroun - Arabica du Costa-Rica • Granulométrie moyenne des grains verts : 6 à 7 mm • Masse volumique de grain avant traitement (grains verts) : 0,7 gr/cm³ • Masse volumique de grain après traitement (grains torréfiés) : 0,39 gr/cm³
25		
30	Conditions opératoires et résultats	<ul style="list-style-type: none"> • Poids de café en cours de traitement à l'intérieur de l'enceinte : 300 grammes • Temps d'apparition des premiers craquements : 20 secondes • Temps de torréfaction : 150 secondes • Pourcentage pondéral de particules de corps auxiliaire recueillies avec les grains en fin de traitement : 2,5 %
35		

On constate que le temps de torréfaction est très court ; rappelons que ce temps est compris entre 9 minutes et 18 minutes dans les procédés traditionnels utilisant un gaz

chaud à température égale à 260° C.

Des analyses gustatives effectuées par l'Institut français du café et du cacao (I.F.C.C.) ont fait ressortir que les produits obtenus bénéficiaient de remarquables qualités organoleptiques.

Des séries d'essais dans lesquels les paramètres ont été amenés à varier, ont permis de constater qu'une bonne torréfaction est obtenue lorsque la température de la couche fluidisée est comprise entre 230 et 280° C environ, les grains de café étant amenés à séjourner dans cette couche durant une période comprise entre 120 et 200 secondes environ.

On a pu constater qu'une augmentation légère de la température de la couche fluidisée dans la plage sus-indiquée a peu d'incidence sur la durée requise du traitement, tandis qu'une augmentation plus forte amenant cette température au delà de la limite supérieure de cette plage semble préjudiciable à la qualité du produit obtenu ; par contre au-dessous de 230° C, le grillage a beaucoup de mal à s'effectuer et devient très long.

En outre lorsque les conditions opératoires sont telles que le poids du café contenu à chaque instant dans l'enceinte devient supérieur à environ 25 % du poids des fines particules du corps auxiliaire, on constate que les conditions de sustentation des grains dans la couche fluidisée se détériorent rapidement. Dans la pratique les conditions opératoires de la torréfaction (alimentation en café, entraînement, prélèvement), seront donc adaptées pour que le poids du café dans l'enceinte demeure à chaque instant inférieur à environ 25 % du poids des fines particules.

De plus, le choix du débit d'air égal à 37 normo-m³/h qui permet d'obtenir dans l'enceinte une vitesse de passage de l'air de l'ordre de 3 fois la vitesse minimale de fluidisation des fines particules du corps auxiliaire, assure un bon compromis, permettant d'opérer avec des débits faibles tout en obtenant des conditions optimales de mélange des fines particules et des grains.

Les valeurs du pourcentage en poids des grains par rapport aux fines particules et de la vitesse de passage des gaz données ci-avant ne sont en rien limitatives et sont susceptibles de varier avec les caractéristiques géométriques et physiques des fines particules utilisées.

Notons enfin que, en moulant les grains de café torréfiés à une granulométrie d'environ 500 microns, on opère en couche fluidisée une séparation parfaite des fines particules recueillies avec les grains grâce à la différence granulométrique et densimétrique des particules en présence.

REVENDEICATIONS

1/ - Procédé de torréfaction des grains d'un produit agro-alimentaire tel que café, cacao ou analogue, de nature à subir un gonflement et une perte de poids au cours d'un traitement thermique, caractérisé en ce qu'il consiste :

. à mettre en suspension dans une enceinte un corps auxiliaire chimiquement inerte se présentant sous forme de fines particules solides au moyen d'un courant de gaz porteur ayant une vitesse de passage supérieure à la vitesse minimale de fluidisation desdites particules, de façon à former une mince couche fluidisée dont l'épaisseur est au plus égale à approximativement 30 fois la granulométrie moyenne des grains du produit à traiter et dont la masse volumique moyenne apparente soit approximativement comprise entre 1,2 et 4 fois la masse volumique initiale de grain dudit produit à traiter,

. à porter ladite couche fluidisée à une température propre à assurer une torréfaction du produit à traiter,

. à introduire les grains du produit à traiter dans ladite couche fluidisée pour mettre chaque grain en suspension dans cette couche et lui apporter la quantité de chaleur nécessaire à sa torréfaction par le biais des chocs multiples des fines particules sur le grain,

. et à prélever les grains traités par débordement au niveau de la surface supérieure de la couche fluidisée.

2/ - Procédé de torréfaction selon la revendication 1, caractérisé en ce que le débit du gaz porteur est ajusté de sorte que la vitesse de passage du gaz dans l'enceinte soit de l'ordre de 3 fois la vitesse minimale de fluidisation des fines particules du corps auxiliaire.

3/ - Procédé de torréfaction selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les particules du corps auxiliaire utilisé présentent une granulométrie au plus égale à environ 1/5ème de la granulométrie des grains du produit à torréfier.

4/ - Procédé de torréfaction selon l'une des revendications 1, 2 ou 3, caractérisé en ce que le produit à torréfier est introduit dans l'enceinte de sorte que le poids dudit produit contenu à chaque instant dans l'enceinte soit au plus égal à environ 25 % du poids des fines particules.

5/ - Procédé de torréfaction selon l'une des

revendications 1, 2, 3 ou 4, caractérisé en ce que, à leur sortie de l'enceinte, les grains du produit sont soumis à une opération de refroidissement brusque ou trempe, couplée avec une séparation des fines particules du corps auxiliaire, en amenant
5 à leur sortie de l'enceinte les produits à circuler sur un crible possédant une maille de dimension intermédiaire entre celle des fines particules et celle des grains du produit, ce crible étant mis en vibration et traversé dans le sens ascendant par un courant de gaz froid.

10 6/ - Procédé de torréfaction selon l'une des revendications 1, 2, 3 ou 4, caractérisé en ce que, à sa sortie de l'enceinte, les grains du produit sont soumis à une opération de refroidissement brusque ou trempe, couplée avec une séparation des fines particules du corps auxiliaire, en mettant à leur sor-
15 tie de l'enceinte les produits en fluidisation dans un courant de gaz froid de façon à décoller par l'effet des chocs les fines particules des grains et à provoquer un entraînement pneumatique de celles-ci.

20 7/ - Procédé de torréfaction selon l'une des revendications 1, 2, 3, 4, 5 ou 6, caractérisé en ce que le gaz porteur utilisé est un gaz inerte en vue d'éviter des phénomènes d'oxydation du produit à torréfier.

8/ - Procédé de torréfaction de grains de café selon l'une des revendications 1, 2, 3, 4, 5, 6 ou 7, caractérisé en ce que la couche fluidisée est portée à une tempé-
25 rature comprise entre 230 et 280° C, les grains étant amenés à séjourner dans cette couche durant une période comprise entre 120 et 200 secondes.

9/ - Procédé de torréfaction selon la revendication 8, applicable au cas où il subsiste au coeur des grains
30 des fines particules du corps auxiliaire, caractérisé en ce que, après traitement, les grains sont moulus grossièrement et soumis à une opération de séparation finale des fines particules du corps auxiliaire.

10/ - Dispositif de torréfaction pour la mise
35 en oeuvre du procédé conforme à l'une des revendications 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 ou 9, comprenant une enceinte de torréfaction, un conduit d'arrivée de gaz porteur débouchant à la base de l'enceinte, un conduit de départ du gaz en partie haute de celle-ci, un distributeur de fluidisation situé à la base de l'enceinte,
40 ledit dispositif étant caractérisé en ce qu'il comprend une cou-

che mince de fines particules d'un corps auxiliaire chimiquement inerte, disposée au-dessus du distributeur en vue d'être fluidisée par le gaz porteur et des moyens de chauffage de ladite couche.

5 11/ - Dispositif de torréfaction selon la revendication 10, permettant de réaliser une torréfaction en continu des grains d'un produit, caractérisé en ce que l'enceinte de traitement est de forme allongée et en ce qu'elle comprend des moyens d'alimentation en grains adaptés pour déverser dans
10 une zone de celle-ci un débit déterminé de grains, des moyens de prélèvement des grains adaptés pour prélever les grains dans une zone opposée, et des moyens d'entraînement des grains adaptés pour engendrer une circulation des grains de la zone d'alimentation vers la zone de prélèvement.

15 12/ - Dispositif de torréfaction selon l'une des revendications 10 ou 11, caractérisé en ce que le conduit de départ de gaz est prolongé par un conduit de recyclage pourvu d'une soufflante et se refermant sur le conduit d'arrivée.

20 13/ - Dispositif de torréfaction selon l'une des revendications 10, 11 ou 12, caractérisé en ce qu'il comprend un échangeur de chaleur associé à l'enceinte de torréfaction pour le chauffage de la couche contenue dans celle-ci.

Fig. 1



